



## Sujet : Mise en place d'une méthode de dimensionnement de renforcement par PRFC® au sein de Campenon Bernard Nucléaire (CBN): état de l'art, règles de calcul et conception d'une feuille de calcul.

Présenté par :

**Antoine VALIN**

3<sup>ième</sup> année ENTPE

V.A : Génie Civil spécialité

Ouvrages d'arts

Année universitaire : 2018-2019

PFE :

Lieu du Projet de Fin d'Études

**Campenon Bernard Nucléaire (CBN)**

Tuteur du Projet de Fin d'Études

**Armand GRANGE**

Correspondant pédagogique

**Alireza TURE SAVADKOOHI**

TFE soutenu le : 10/09/2019





## Sujet :

Mise en place d'une méthode de dimensionnement de renforcement par PRFC® au sein de Campenon Bernard Nucléaire (CBN): état de l'art, règles de calcul et conception d'une feuille de calcul.



## Résumé :

Ces vingt dernières années, le PRFC® a pris une place prépondérante dans les applications de renforcement des structures. D'abord étudié dans un contexte académique, il s'est révélé économiquement viable dans de nombreux secteurs. Renforcement du béton, maçonnerie, structures en acier et en bois. On le retrouve généralement sous deux utilisations, comme ajout pour renforcer des structures existantes, soit dès le début d'un projet comme d'une alternative à l'acier en précontrainte notamment.

L'ajout en renfort pour les structures existantes demeure son utilisation principale en génie civil, que ce soit pour augmenter la capacité en chargement d'anciennes structures conçus pour des utilisations plus modestes, pour améliorer son comportement par rapport aux activités sismiques, ou par rapport à la réparation de bâtiments endommagés.

Le critère économique permet à cette méthode de se développer, en effet, il est beaucoup moins cher de renforcer une structure défaillante plutôt que de la remplacer.

## L'objectif:

Dans le cadre de mon travail de fin d'étude, j'ai proposé une méthodologie de dimensionnement du renforcement par PRFC®, afin de pouvoir produire des feuilles de calcul pour des dimensionnements de cas simple. L'objectif étant de pouvoir se positionner sur des marchés nécessitant ce genre de dimensionnement tout en pouvant apporter une double vérification par rapport à des donneurs d'ordres tels qu'EDF.

## Méthodologie:

Ce travail s'inscrit dans le cadre dimensionnement de PRFC® SIKA Carbodur® et SikaWrap®, de ce fait les dimensionnements doivent tenir compte des spécificités techniques des produits dictées par l'avis technique 3/16-875.

Ce travail a commencé par des recherches d'informations théoriques à travers des normes, recommandations de l'AFGC, TR N°55 ou encore notes de calcul à ma disposition. Cela m'a permis de définir une méthodologie de calcul que j'ai pu comparer via des exemples aux résultats donnés par le logiciel SIKA Carbodur®, d'où le principe de double vérification.



## Mots clés :

Eurocode, Structures, Béton Armé, Béton Précontrainte, Fibre composite, Renforcement de structure, Dimensionnement, Plat Carbone, TFC, PRFC, Composites, Flexion, Effort tranchant.





## Résumé :

Ce fut très important pour comprendre les différentes étapes du dimensionnement et pour pouvoir déterminer tous les éléments autour à vérifier afin d'éviter un décollement du PRFC®. Une autre part importante fut la création de quelques feuilles de calcul afin de permettre le dimensionnement de cas simple.

### Résultats:

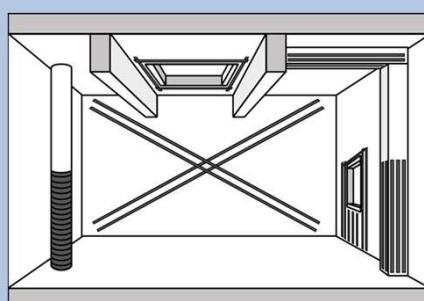
Tout d'abord, nous avons détaillé les différentes propriétés des différents polymères (fibres de verre, d'aramide et de carbone) afin dans déduire les choix de fibres utilisées. Le tableau ci-dessous indique les différentes propriétés de ces fibres et en conséquence le choix se porte sur des fibres de carbone car ayant des propriétés mécaniques supérieures.

Caractéristiques	Fibres de verre	Fibres d'aramide	Fibres de carbone
Résistance à la traction	+++	+++	+++
Résistance à la compression	++	0 (non utilisable)	+++
Module d'élasticité	+	++	+++
Comportement à long terme	+	++	+++
Comportement à la fatigue	+	++	++++
Densité	+	++++	++
Résistance aux alcalins	0 (protection nécessaire contre les alcalins du béton)	++	++++
Prix	+++	+	+

Enfin, une fois que nous avons définis les propriétés du composite utilisé, nous avons réalisé les calculs pour cas les suivants:

- Renforcement en flexion, on rajoute des PRFC® collés sur la surface tendue de la section à renforcer.
- Renforcement par rapport à l'effort tranchant: on vient placer des PRFC® sur les côtés d'une section (trois possibilités de mise en place: sur côtés uniquement, en U et le tour entier).
- Renforcement des poteaux soumis à la compression simple: on entoure le poteau de matériau composite afin de limiter les déformations dans le sens transversale et donc augmenter la capacité portante de la section.

Il s'agit d'un début puisqu'il reste à traiter le cas des poteaux soumis à la flexion composée (effort normal + moment fléchissant), en effet, dans les cas réels au niveau des poteaux, il y a toujours un excentrement provoquant un moment fléchissant.



### Conclusion:

En conclusion, ce fut un travail très enrichissant, est un premier pas vers le développement de compétences dans le domaine du renforcement par plats carbone. De plus, j'ai pu en plus de mon sujet, effectué un travail de production de notes de calcul, de plans de coffrage/ferraillage qui m'a permis de pouvoir engrangé de l'expérience sur le dimensionnement de nombreux ouvrages. Le but étant de se tourner dans le domaine du calcul de structure à l'avenir.